

APLICACIÓN DE SOFTWARE MATEMÁTICO PARA EL LOGRO DE APRENDIZAJES EN APLICACIONES DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL, EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS”.

Autores: Ing. Manuel A. Muñoz Suárez, MAE¹, Ing. Martha Ileana Porras Fernández², Econ. Mayiya González Illescas³

Institución: Universidad Técnica de Machala

Correos electrónicos: mmunoz@utmachala.edu.ec; ing.marthaporras@gmail.com; mlgonzalez@utmachala.edu.ec

APLICACIÓN DE SOFTWARE MATEMÁTICO PARA EL LOGRO DE APRENDIZAJES EN APLICACIONES DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL, EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS”.

RESUMEN

El aprendizaje de las Matemáticas a un nivel significativo, se vuelve una tarea muy difícil para los docentes dentro de una institución educativa, y más aún en el nivel superior, ya que aquí el maestro se debe enfrentar con vacíos de conocimientos mínimos o previos, que vienen arrastrados debido a diferentes factores, que hacen que al estudiante se le vuelva complejo el estudio de las ciencias exactas. El objetivo fue propiciar el aprendizaje de Cálculo Diferencial y Cálculo Integral por medio del estudio de las aplicaciones de la derivada y el integral empleando software matemático con las herramientas DERIVE, GEOGEBRA y Wolfram Alpha, con la finalidad de que puedan resolver problemas relacionados con su formación profesional y campo de acción laboral. La presente investigación es de tipo cuantitativa a nivel asociativo con una breve fase cualitativa; para fundamentar el estudio, se realizó un análisis estadístico comparativo del historial del rendimiento académico a cinco niveles matriculados en desde el 2013 al 2015, durante su avance en los tres primeros semestres, y con un grupo focal de estudiantes se recopiló información acerca de los problemas y obstáculos para el aprendizaje de las Matemáticas. Los participantes del proceso investigativo, una vez que se aplicó la intervención, estuvieron en capacidad de forma autónoma de aprobar con mejores calificaciones la asignatura de Ecuaciones Diferenciales aplicando software matemático, trabajando con bibliografía actualizada, capacitándose por medio de tutoriales apoyándose con artículos científicos, lo que permitió alcanzar un nivel superior de suficiencia en los estudiantes.

INTRODUCCIÓN

El reto del docente hoy en día, es enseñar Matemáticas de una forma diferente, interactiva, dinámica, contextualizada a los tiempos modernos en que vivimos, en donde la tecnología se convierte en una herramienta de apoyo fundamental para el proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto dentro como fuera del aula.

Dentro de los problemas, dificultades y obstáculos que se le presentan a los estudiantes de Matemáticas a nivel superior, relacionados con el docente, se encuentran: utilización de bibliografía (libros) no actualizada, el limitado uso de tecnología dentro y fuera del aula de clase, la falta de formación profesional en didáctica y pedagogía; y el estudiante reconoce que su deficiente nivel de conocimientos o de bases sólidas en Matemáticas (Funciones y Gráficas, Álgebra, Trigonometría y Geometría Analítica), repercute para que el proceso de enseñanza y aprendizaje se complique.

La presente investigación se desarrolló con estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, en donde el bajo rendimiento académico de los estudiantes reflejado en calificaciones promedio apenas por encima del estándar (70/100) en la asignatura de Cálculo Diferencial, y que éstas bajen más en el siguiente semestre en la de Cálculo Integral, preocupan a las autoridades educativas, y hacen necesario y justificable el intervenir con una propuesta integradora, que permita por medio de la aplicación de software educativo lograr aprendizajes significativos de aplicaciones de Cálculo Diferencial e Integral.

Para atender todos estos problemas, se desarrolló un programa de capacitación y tutorías, en donde se realizó primero una retroalimentación de contenidos y fundamentos de Cálculo Diferencial e Integral, para después trabajar con las aplicaciones de las derivadas y el integral, aplicando una metodología que incluye el uso de tecnologías de la información y comunicación TIC's, junto con software educativo, fomentando la investigación con artículos científicos relacionados con la ingeniería y las Matemáticas, buscando ejercicios y casos prácticos de aplicaciones, en donde los estudiantes comprendieron que la resolución de un problema largo o extenso de máximos y mínimos, degradación radioactiva, ley de enfriamiento de Newton, crecimiento poblacional, problemas de cinética de primer o segundo orden, termodinámica química, se puede resolver en cuestión de segundos o pocos minutos.

Dentro de los objetivos que se proponen alcanzar tanto en el corto, mediano y largo plazo se encuentran: propiciar un ambiente de aprendizaje más dinámico apoyado en el uso de las TIC's y software educativo como DERIVE, apoyado en otras plataformas como GEOGEBRA y Wolfram Alpha; fomentar aprendizajes de Cálculo Diferencial e Integral en base a las aplicaciones de la derivada y el integral en ingeniería; gestionar una metodología de avanzada en el docente de Matemáticas de nivel superior que propicie en sus estudiantes el trabajo autónomo y el aprender a aprender.

Los estudiantes para todo proceso de enseñanza y aprendizaje necesitan de motivación, ésta puede tener diferentes orígenes, ya sea intrínseca o extrínseca, pero el docente se convierte en el principal actor responsable de propiciar esa energía en el estudiante que debe ser direccionada para el logro de objetivos basándose en la constancia y perseverancia; una forma de gestionar esa motivación es a través del uso de software educativo, aplicación de las TIC's y generando la capacidad en el estudiante de aprender por sí mismo, hasta llegar a convertirse en un ente autónomo tanto dentro como fuera del aula.

DESARROLLO

El modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas.

Los docentes de Matemáticas que imparten cátedra en educación superior, no cuentan con una formación técnica en didáctica y pedagogía, puesto que son profesionales graduados en diferentes ramas, como ingeniería civil, ingeniería química o economía; por lo que el maestro universitario se ve abocado a “aprender empíricamente” la enseñanza de cátedras como Cálculo Diferencial o Cálculo Integral, mediante la revisión de literatura especializada y la resolución de ejercicios planteados en los textos que se encuentran a disposición en las bibliotecas universitarias.

El desarrollo del trabajo dentro del aula, se basa en la aplicación por parte del docente de un modelo conductista, que trata de adaptarse o convertirse en constructivista con el aporte del estudiante quien realiza un trabajo autónomo en la búsqueda de información, tratando de aprender Matemáticas con el acompañamiento del docente, quien no siempre tiene el tiempo necesario para el desarrollo de tutorías con quienes necesitan una mayor atención didáctico pedagógica.

El aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral no debe limitarse a la enseñanza de fundamentos de Matemáticas con la retroalimentación de conocimientos básicos de álgebra, funciones, conjuntos, lógica matemática, trigonometría y geometría analítica; para luego iniciar con el concepto de límites y derivada, que se complementan con la resolución de ejercicios de derivadas de funciones algebraicas y trascendentes, pasando luego al estudio del integral definida e indefinida, hasta llegar al concepto de área bajo la curva, sin considerar en este amplio proceso la importancia que tiene la enseñanza y el aprendizaje de las aplicaciones de la derivada y el integral en campos como la ingeniería química, la bioquímica, la economía, el área de la salud, entre otras. Si a este trabajo de enseñar y aprender Matemáticas se lo “encierra” en cuatro paredes del aula de clase, limitándolo adicionalmente al uso exclusivo de recursos metodológicos como pizarra, cuaderno con tareas, libro de trabajo y portafolio, y no aplicamos herramientas tecnológicas tan importantes hoy en día, estamos generando en el estudiante un aprendizaje reducido o pasivo con graves dificultades; y si a esto se le agrega otro factor problema como lo es el uso de bibliografía desactualizada empeoramos más la situación.

El docente trabaja con ejercicios básicos con el principio de estar iniciando la enseñanza y aprendizaje del Cálculo Diferencial o el Cálculo Integral, luego el grado de complejidad de los reactivos se incrementa, pero no se plantean problemas en sí que estimulen al estudiante a esforzarse por transformar el lenguaje formal del planteamiento a resolver a un formato matemático, es decir, estructurar un modelo o plantear una ecuación para la cual ya no es tan complicado el aplicar los fundamentos del cálculo; si a esto le agregamos ejercicios y problemas de aplicación relacionados con el campo de estudio

del joven aprendiz de Matemáticas, éste se va a sentir interesado al comprender el “¿para qué me sirve?” lo que está aprendiendo como una inversión para su futuro profesional y laboral.

Obstáculos, problemas y dificultades de aprendizaje de Matemáticas.

Brousseau, en sus investigaciones señala tres motivos fundamentales como obstáculos en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas:

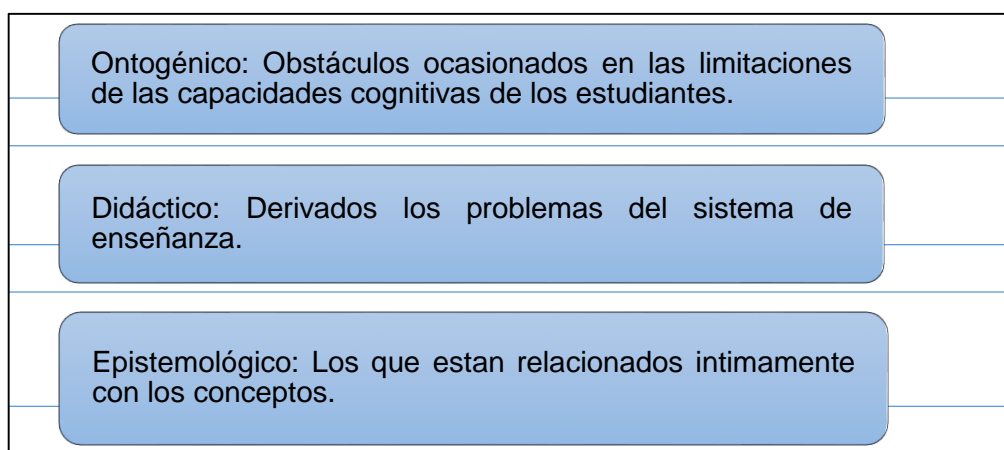


Fig. N°. 1.- Obstáculos en el PEA de las Matemáticas.

Fuente: (Brousseau, 1983)

Elaborado por: El Autor.

En el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas es común que los estudiantes presenten errores al momento de resolver los problemas, al momento de adquirir conocimientos, también se presentan dificultades a lo largo de la vida estudiantil, estas dificultades se vigorizan en mallas complejas que se convierten en obstáculos al momento de aprender y se van manifestando en la vida diaria al momento de resolver problemas con respuestas incorrectas (Del Puerto, Minnaard, & Seminara, 2004).

Según (Dubinsky, 1996), un problema en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas es encontrar materiales físicos adecuados para presentar conceptos matemáticos avanzados, y señala que esto se puede reemplazar por una computadora y un software.

Cuando no se usa la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, se presenta algunos inconvenientes o problemas como los que se detallan a continuación (Balderas, 2011):

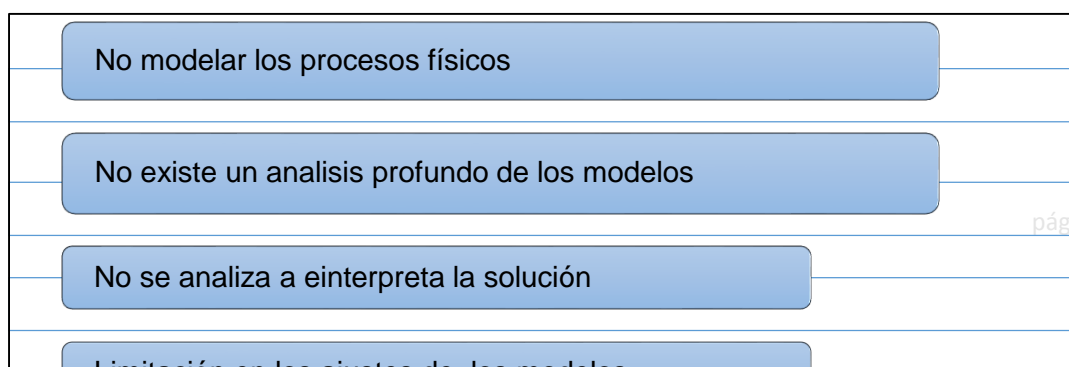


Fig. N° 2.- Problemas de Aprendizaje en Matemáticas.

Fuente: (Balderas, 2011)

Elaborado por: El Autor.

Todos estos problemas o inconvenientes en el PEA se pueden y deben tratarse por medio de la aplicación de diferentes estrategias metodológicas, entre las que se encuentran: el uso de TIC's, software educativo y el aprendizaje significativo.

Logros y resultados de aprendizaje.

Los logros de aprendizaje son un conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y valores que debe alcanzar el aprendiz en relación con los objetivos o resultados de aprendizaje previstos en el diseño curricular. De los logros de aprendizaje obtenidos, se infiere su competencia.

Los resultados de aprendizaje son enunciados acerca de lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer, comprender y/o sea capaz de demostrar una vez terminado un proceso de aprendizaje; éstos están asociados a las actividades de aprendizaje y evaluación, y que orientan al instructor-tutor y al aprendiz en la verificación de los procesos cognitivos, motores, valorativos, actitudinales y de apropiación de los conocimientos técnicos y tecnológicos requeridos en el aprendizaje.

Aprendizaje colaborativo.

Se lo define como el conjunto de métodos que se aplican en grupos pequeños, de entrenamiento y desarrollo de habilidades mixtas, donde cada miembro del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como del de los restantes miembros del grupo.

Aprendizaje significativo.

Se refiere a la posibilidad de establecer vínculos entre lo que se debe aprender y lo que se sabe, es decir, lo que se encuentra en la estructura cognitiva de la persona que

aprende: sus conocimientos previos, lo cual proporciona motivación e interés en el aprendizaje para el desarrollo integral de competencias.

Pedagogía crítica.

La pedagogía crítica es, por su parte, una propuesta de enseñanza que incita a los estudiantes a cuestionar y desafiar las creencias y prácticas que se les imparten. Consiste en un grupo de teorías y prácticas para promover la conciencia crítica.

Enseñanza situada.

Es una metodología que se basa en el aprendizaje experiencial y aplica los seis postulados de la escuela experimental de John Dewey, que son:

Las teorías psicológicas.

Los principios morales básicos de las actividades cooperativas

Las necesidades e intereses de los niños y jóvenes.

La aplicación del "método del problema" (lógico, ético y empírico).

La experiencia centrada en los ambientes físico y social.

El establecimiento del vínculo entre saber y saber hacer.

Aprendizaje basado en problemas (ABP).

El Aprendizaje Basado en Problemas nació hace treinta años en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster, en Canadá, como una propuesta alternativa a la educación tradicional centrada en el maestro quien, en su condición de experto en determinada área de conocimiento, es el responsable de preparar los objetivos y materiales didácticos, así como de determinar la secuencia de los contenidos y la evaluación de los mismos.

Uso de software educativo y TIC's en la enseñanza de las Matemáticas.

El uso de las tecnologías ha permitido a docentes y alumnos a asimilar una gran cantidad de información y datos, obtener resultados y permitir trabajo en equipo.

Enseñar Matemáticas comienza a visualizarse como sinónimo de uso de software matemático, como un instrumento didáctico, en esta nueva era tecnológica, ya que nos ofrece nuevas estrategias de enseñar y aprender matemáticas, otorgando diversidad de medios didácticos que capta la atención de los estudiantes porque las clases se vuelven interactivas, con situaciones que inducen a adquirir conocimientos más amplios sobre las matemáticas. (Cuicas , Debel , Casade, & Zulma, 2007) mencionan que usar un software al momento de enseñar matemáticas ayuda a que el estudiante no tenga que memorizar formulas y procedimientos, sin embargo es importante que ellos tengan un lapso de tiempo adecuado antes del uso del software, entender y manejar los conceptos básicos y procedimientos, para que así, ellos reconozcan cuando es el momento adecuado para utilizar un software matemático (Camacho Machín, 2010).

Emplear tecnologías, concatenándolas con experiencias significativas, se convierten en herramientas cognitivas que el estudiante emplea para provocar y desarrollar habilidades del pensamiento (Jonassen, Carr, & Ping, 2005).

Según las investigaciones de (Perez, 2013) con el uso del software educativo se mejora el proceso de enseñanza aprendizaje, y resulta beneficioso ya que el estudiante se siente motivado y dinámico mejorando sustancialmente la relación estudiante – docente. El uso de la tecnología, la variabilidad y fuerza permiten hacer un análisis de lo que los estudiantes deben aprender y de qué manera deben hacerlo. La tecnología nos inclina hacia el trabajo en equipo transformando, actitudes, aptitudes, concepciones y procesos cognitivos, permitiendo un ambiente de interacción social que buscan la solución y el entendimiento (Waldegg, 2002).

DERIVE como herramienta para la enseñanza de las Matemáticas.

Para lograr procesos óptimos de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en la actualidad se usan las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC's, las mismas que permiten que el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura sea efectiva (Morillo, Casado, Fábrega, & Lorente, 2014).

DERIVE es un paquete de software con capacidad para desarrollar cálculo simbólico, análisis gráfico y manipulación numérica, que permite trabajar con funciones, derivadas, límites, integrales y muchas otras operaciones matemáticas.

Se ejecuta en el entorno Windows, por lo tanto presenta características habituales que tienen dichas aplicaciones.

Entre las funciones o capacidades que tiene DERIVE, se encuentran:

Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones, operaciones con vectores, matrices y determinantes.

Derivadas, integrales (definidas e indefinidas), series, límites, polinomios de Taylor.

Representación gráfica de funciones en forma explícita, implícita, paramétrica y en coordenadas polares.

Representación gráfica de funciones de dos variables.

Operaciones con polinomios y fracciones algebraicas, entre otras.

Aplicaciones del Cálculo Diferencial e Integral utilizando DERIVE, GEOGEBRA, Wolfram Alpha.

Dentro del Cálculo Diferencial como aplicaciones tenemos a los ejercicios o planteamientos sobre razones de cambio, o a los problemas de optimización, en donde el concepto de la derivada y el incremento de una función se vuelven fundamentales; en cambio como aplicaciones del Cálculo Integral a la Física y a la Ingeniería, se consideran al trabajo, la fuerza debida a la presión del agua y los centros de masa.

Dentro del estudio de la Ingeniería Química, luego de aprender conceptos y fundamentos de Cálculo Diferencial e Integral, el estudiante incursiona en las Ecuaciones Diferenciales, en donde principios como “la degradación radioactiva, la ley de enfriamiento de Newton y el crecimiento poblacional, son muy importantes para el estudio de asignaturas como la Termodinámica, Físicoquímica, Cinética de las reacciones Químicas y las Operaciones Unitarias con los balances de materia, demuestran el uso directo y la aplicación del Cálculo en la Ingeniería.

Software educativo y TIC's en el aprendizaje de aplicaciones de Cálculo.

En las universidades, instituciones de educación superior es un tema fundamental la enseñanza de cálculo diferencial e integral debido a que son las funciones matemáticas por perfección de cualquier ciencia y en especial las ingenierías y que a su vez, estas asignaturas son el talón de Aquiles de los estudiantes universitarios, es así que los docentes en matemáticas buscan mecanismos tecnológicos para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje en el aula, ya que sin la tecnología, el cálculo diferencial e integral, se inclinan más al álgebra y poco a la intuición geométrica visual (Pluinage, 2011).

Para el estudio de fenómenos como: la degradación radioactiva, la conservación de alimentos o el tratamiento de materiales bajo la ley de enfriamiento de Newton, el crecimiento poblacional en colonias de bacterias para el análisis microbiológico, la cinética enzimática, o la termodinámica química, es fundamental la aplicación de las derivadas y las integrales, ya que la resolución de una ecuación diferencial y su posterior comprobación analítica requieren de la derivación y la aplicación de las integrales.

Las ecuaciones diferenciales tienen una estrecha relación con la modelación matemáticas, desde sus inicios viene siendo una parte fundamental de la investigación de muchos fenómenos naturales. Las representaciones cumplen un rol muy importante en las matemáticas, ya que admite convertir, ideas intangibles, en objetos e imágenes reales, que ser percibidos por nuestros sentidos, y esto se logra a través de los softwares matemáticos, mediante el empleo de la tecnología.

Las investigaciones señalan que el empleo de la tecnología en un salón de clase, influyen directamente en el aspecto cognitivo, no es en sí la tecnología en sí, la que mejora el proceso de enseñanza aprendizaje, si no la interacción entre la tecnología, el ambiente y el entorno cultural (Rojano, 2003).

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO.

La presente investigación es de tipo cuantitativa a nivel asociativo con una breve fase cualitativa, en donde participaron como objeto de estudio un grupo focal de veinte y seis (26) estudiantes del tercer semestre de la carrera de Ingeniería Química, matriculados

en el periodo 1S/2016, quienes se caracterizan por ser el 46,20% son hombres y un 53,8% mujeres, ambos de entre 19 y 24 años de edad, de quienes el 19,20% trabaja y el 15,40% tiene hijos; ellos también manifiestan un 53,90% tiene problemas de tipo económico y personal, e indican un 73,10% que la carrera que se encuentran siguiendo no fue su primera opción al momento de postular para ingresar a la Universidad, a más de ello, el 57,70% de ellos expresa que la especialidad que siguieron el colegio (bachillerato) no tiene relación con la carrera que están siguiendo, sólo un 11,50% conoce el programa DERIVE, pero el 92,30% manifiesta de forma enfática que la implementación de software educativo mejoraría el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del aula de clases; de este grupo de 26, catorce (14) se involucraron e iniciaron una fase de capacitación y tutorías, que incluyó:

La retroalimentación de contenidos y fundamentos de Cálculo Diferencial e Integral;

Resolución de ejercicios y problemas aplicando bibliografía actualizada;

Aprendizaje dirigido en el manejo de software matemático con programas como: DERIVE, GEOGEBRA y Wolfram Alpha, por medio de la revisión de videos tutoriales (Youtube);

Formación en la búsqueda de artículos científicos de Matemáticas e Ingeniería; y finalmente,

Se logró el establecimiento de una metodología de técnicas de estudio y organización del aprendizaje de forma autónoma por parte de los estudiantes, que se la aplicó durante el transcurso de la aprobación de la asignatura de Ecuaciones Diferenciales, en donde el grupo a quienes se les realizó la intervención didáctico-pedagógica, logró obtener los mejores resultados a nivel de rendimiento académico.

A los estudiantes encuestados de la carrera de Ingeniería Química en la UACQS, se les aplicó el cuestionario con la intencionalidad de que ellos generen una propuesta de ¿cómo debería ser el docente de Matemáticas idóneo, óptimo, motivador? que logre resultados significativos de aprendizaje de Cálculo Diferencial e Integral, dándole un mayor énfasis a las aplicaciones del Cálculo a la Ingeniería.

Para establecer una línea base, se procedió a realizar un diagnóstico situacional sobre la problemática, para lo cual, en una primera fase se recopiló los promedios de acreditación en cinco cursos de la carrera de Ingeniería Química de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, de cada estudiante de primer y segundo nivel, en donde ha cursado las asignaturas de Cálculo Diferencial e Integral respectivamente, durante un periodo de tres años (2013-2015)

Tabla 1.- Promedios Asignaturas de Cálculo Diferencial e Integral

Código	Promedio. Cálc.Dif	Promedio. Cálc.Int	Código	Promedio. Cálc.Dif	Promedio. Cálc.Int
2S13.1N.1	70	51/43	2S13.1N.16	71	Retirado
2S13.1N.2	72	72	2S13.1N.17	70	72
2S13.1N.3	70	73	2S13.1N.18	70	46
2S13.1N.4	72	71	2S13.1N.19	71	71
2S13.1N.5	70	51	2S13.1N.20	73	Retirado
2S13.1N.6	43	0/49	2S13.1N.21	71	70
2S13.1N.7	35	Retirado	2S13.1N.22	70	52/27
2S13.1N.8	73	81	2S13.1N.23	0	Retirado
2S13.1N.9	71	83	2S13.1N.24	71	48/70
2S13.1N.10	71	57/70	2S13.1N.25	80	73
2S13.1N.11	71	71	2S13.1N.26	71	72
2S13.1N.12	71	Retirado	2S13.1N.27	71	48/75
2S13.1N.13	52	0/70	2S13.1N.28	71	71
2S13.1N.14	0	Retirado	2S13.1N.29	71	70
2S13.1N.15	70	72	PROMEDIO	68,2	57,2

2S13.1N= (2S) Segundo Semestre del 2013. Estudiantes de Primer Nivel.

Fuente: Departamento de Estadística UACQS-SIUTMACH

Elaborado por: El Autor.

La Tabla 1 nos muestra a un grupo de 29 estudiantes matriculados en el primer nivel (1N), durante el segundo semestre del 2013 (2S13), en donde comparamos sus notas promedio con las que aprueban/reprueban las asignaturas de Cálculo Diferencial e Integral.

De los 29 estudiantes matriculados, sólo casi la mitad, 14 acreditan las dos asignaturas con calificaciones promedios de 72/100 de forma continua e ininterrumpida; 2 se retiran, 3 reprueban Calculo Diferencial, de los cuales uno se retiró, un segundo reprueba Cálculo Integral después de matricularse y aprobar por segunda vez Cálculo Diferencial, y sólo uno acredita en primera matrícula con 70/100 Cálculo Integral; 3 se retiran en segundo semestre, 7 reprueban Calculo Integral a pesar de haber aprobado Cálculo Diferencial en primera matrícula, de los cuales 2 vuelven a perder la asignatura, 3 acreditan y 2 más se retiran de los estudios.

Un escenario como el que acabamos de describir, nos dice de forma clara que hay problemas para el aprendizaje de las Matemáticas dentro del aula; una situación similar se comprueba en los otros cuatro cursos de la misma carrera.

Con los resultados preliminares obtenidos, se plantea la hipótesis de que “al implementar el uso de tecnología dentro y fuera del aula, por medio del uso de software matemático entre otras herramientas, el estudiante potenciará sus habilidades para el aprendizaje de aplicaciones del Cálculo Diferencial e Integral” relacionadas con su formación profesional, lo que le permitirá desenvolverse de forma efectiva en el estudio de las Ecuaciones Diferenciales y la Termodinámica, asignaturas que verá en los próximos niveles de su carrera.

Una vez aplicado el instrumento para la recopilación de información, se codifican y ordenan los datos, para proceder a analizar cada una de las variables y el cómo estas se relacionan, para posteriormente correlacionar cuáles son los aspectos que más influyen dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje para lograr aprendizajes significativos, conseguir motivación en los estudiantes y que el aprendiz genere una actitud proactiva para aprender.

Con lo manifestado por los estudiantes al responder a los cuestionamientos planteados, se espera obtener un criterio de sus necesidades a atender.

Los resultados obtenidos al procesar la información recopilada con el software estadístico IBM SPSS, se presentan a continuación:

¿Cuáles considera que son los problemas o dificultades para el aprendizaje de las Matemáticas?

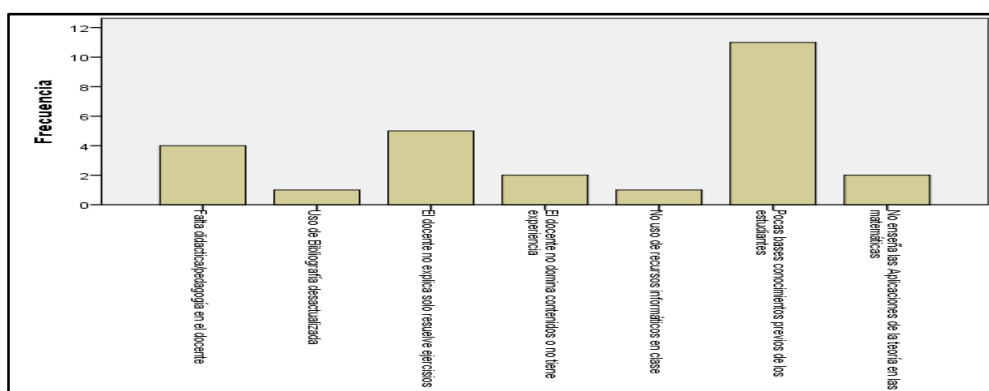


Fig. N° 3.- Problemas de aprendizaje de Matemáticas

Fuente: Estudiantes UTMACH

Elaborado por: El Autor.

El 42,30% de los estudiantes reconoce que el principal obstáculo para el aprendizaje es su deficiencia en bases o conocimientos previos de Matemáticas; el 19,20% manifiesta que un problema es que el docente sólo se dedica a resolver ejercicios más no a explicar

el cómo tratar al problema en sí; el 15,40% en cambio indica que la falta de didáctica y pedagogía por parte del maestro es la principal causa de dificultad para el aprendizaje.

8) ¿El docente promueve la investigación y el uso de TIC's en el aula?

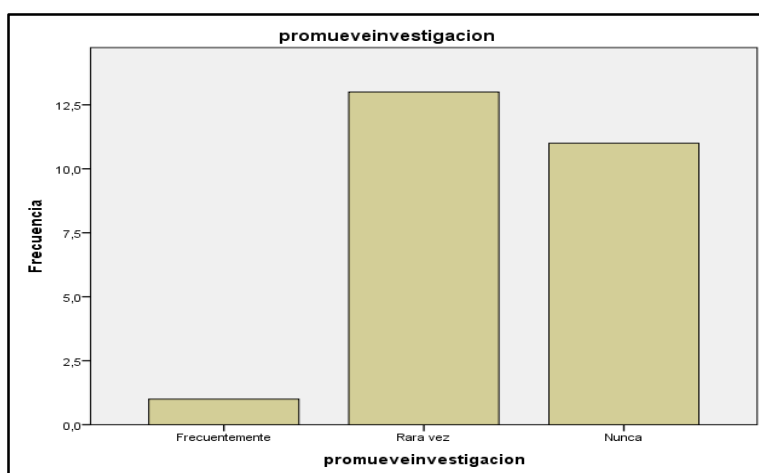


Fig. N° 4.- EL DOCENTE PROMUEVE LA INVESTIGACION CON USO DE LAS TIC's

Fuente: Estudiantes UTMACH

Elaborado por: El Autor

El 50,00% y el 42,30% de los estudiantes manifiestan que rara vez o nunca respectivamente, el docente promueve la investigación y el uso de las TIC's como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El 92,30% de los encuestados manifiesta que la implementación de software educativo, y más aún programas específicos en Matemáticas que permitan resolver ejercicios y problemas de una forma más dinámica, impulsándose así también la investigación, el trabajo autónomo por parte de los estudiantes, y generando un cambio actitudinal propositivo, influirá considerablemente para el mejoramiento del desempeño del aprendiz en su proceso de enseñanza y aprendizaje.

Como se puede verificar, los estudiantes expresan que el principal factor de incidencia para la dificultad de obtener aprendizajes significativos de Matemáticas, es la formación didáctica y pedagogía que utiliza el docente tanto dentro como fuera del aula. Ante esto se ha desarrollado y ejecutado una propuesta innovadora que incluye:

Uso de bibliografía actualizada y contextualizada con las aplicaciones del Cálculo Diferencial e Integral, que incluya a más de ejercicios, "problemas" que cuenten con un mayor grado de dificultad, lo que genera un sistema de retos para los estudiantes, y ante la posible complejidad en la resolución de éstos, ahí juega un papel preponderante el uso y aplicación de software matemático.

Aplicación de Software Educativo, en nuestro caso aplicado a las Matemáticas, que no sólo incluye DERIVE, sino también otros programas como GEOGEBRA, Wolfram Alpha y el uso de aplicaciones (App's) que hoy en día el estudiante lleva en su celular o smart

pone a la mano, y con las cuales se pueden desarrollar aprendizajes autónomos de una forma dinámica y más accesible o “amigable” para con nuestros estudiantes.

Trabajar con Tutorías presenciales o a través de Aula Virtual, en las cuales se desarrollen o traten ejercicios de aplicación relacionados con la formación profesional de los estudiantes, pero no sólo dirigidos a los que tienen bajas calificaciones o viceversa, sino, se trata de crear grupos o equipos de investigación interdisciplinarios, en donde se aprovechen los talentos, habilidades, destrezas, actitudes y aptitudes que cada uno de los chicos tiene dentro de sí.

Desarrollo de Proyectos de Investigación, basados primero en la premisa de que el estudiante cree su propia base de datos con artículos científicos, que comience a esbozar sus primeros ensayos, para que después escoja un tema o área en específica, para que siendo parte de un grupo de investigación, redacte ya su propio y original Artículo de Investigación.

La Motivación como factor preponderante para la autoformación del estudiante a través de la investigación, la lectura, el uso de videos tutoriales, participación en grupos semilleros, proyectos de vinculación, participación en prácticas pre-profesionales, en donde aplique sus conocimientos de Matemáticas y a nivel de Ingeniería, para que esto lo lleve a un nivel superior de formación.

DERIVE, GEOGEBRA y Wolfram Alpha para el aprendizaje de aplicaciones de Cálculo Diferencial e Integral en ingeniería.

Una vez que se ha trabajado con los estudiantes en un proceso integral de inducción y capacitación para el aprendizaje de fundamentos y principios sobre derivación e integración, en base a comprender la importancia de las aplicaciones del Cálculo, y luego de que el estudiante ha adquirido la habilidad y destreza en el manejo de software matemático con DERIVE, apoyado también en el uso de GEOGEBRA y WOLFRAM ALPHA, a continuación se presentan algunas herramientas tecnológicas que facilitarán y mejorarán el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en educación superior.

El trabajo W viene dado por $W = \int_1^2 \frac{10x}{(\sqrt{x+1})^5} dx$ calculamos la integral con ayuda de DERIVE y WOLFRAM:

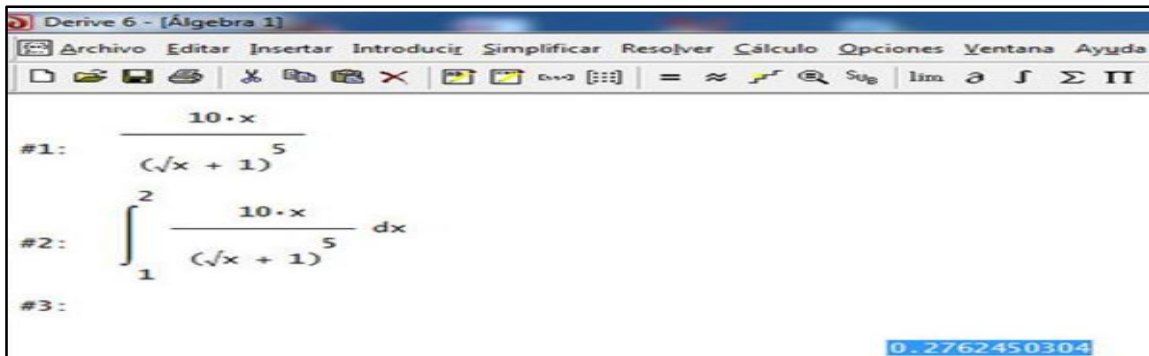


Fig. N° 5.- Cálculo de la integral

Fuente: DERIVE

Elaborado por: El Autor.

Y el mismo ejercicio se lo puede resolver con WOLFRAM para comprobar o comparar resultados, y determinar factores de eficiencia en el ahorro de tiempo.

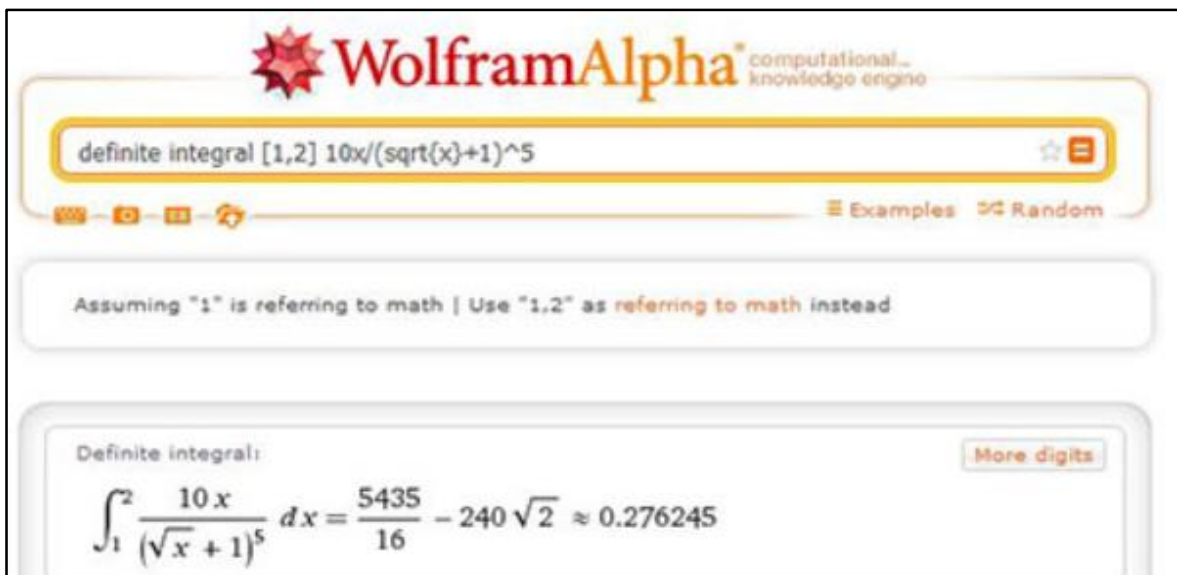


Fig. N° 6.- Cálculo de la integral con Wolfram

Fuente: Wolfram

Elaborado por: El Autor.

Dos poblados Pa y Pb están a 2 km y 3 km, respectivamente, de los puntos más cercanos A y B sobre una línea de transmisión, los cuales están a 4 km uno del otro. Si los dos poblados se van a conectar con un cable a un mismo punto de la línea ¿Cuál debe ser la ubicación de dicho punto para utilizar el mínimo de cable? Utilizando el recurso del Geogebra, se puede probar el valor de la distancia mínima que debe tener el cable. Puedes dar click en el botón de animación con lo que se mostrarán las diferentes posiciones del punto de interés así como la distancia de los dos segmentos involucrados denotada por la letra f.

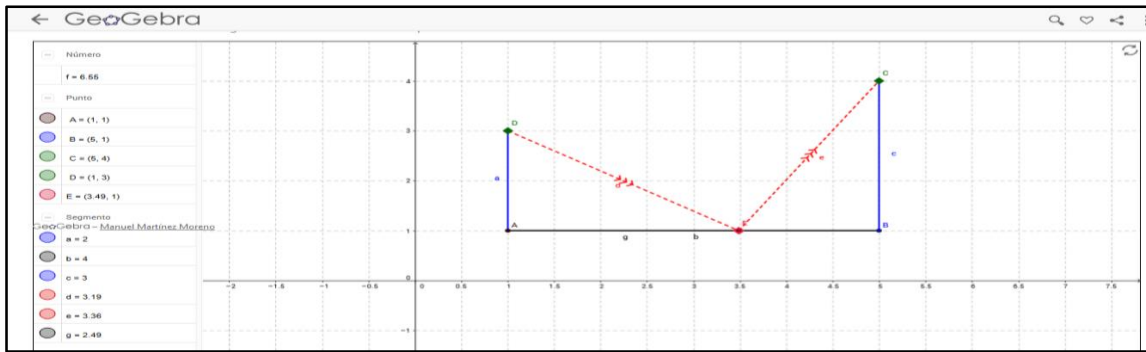


Fig. N° 7.- valor de la distancia mínima con Goegebra

Fuente: Geogebra

Elaborado por: El Autor.

Con ayuda de los desplazadores se determina de forma exacta las longitudes de cada extremo de cable que dan la longitud mínima.

Y a más de contar con software o plataformas como DERIVE, GEOGEBRA y Wolfram Alpha, el docente también debe ya “sintonizarse” en el uso de aplicaciones App’s que se instalan o descargan con gran facilidad y de forma gratuita en los smartphones y así tanto el docente como el estudiante tienen la facilidad de trabajar de forma ininterrumpida con su celular donde se encuentre, tanto dentro como fuera del aula de clase; así mismo se encuentran blog’s en internet que cuentan con una gran cantidad de información al alcance de todos, dos ejemplos se muestran a continuación: MathStep y m^e Matemáticas Educativas.

Todos estos recursos con los que cuenta ahora el docente se convierten en su portafolio de trabajo diario que se irá enriqueciendo de forma continua.

Los resultados obtenidos tanto con la evaluación diagnóstica como con la ExPost, se presentan a continuación:

Tabla N°2.- Calificaciones Resultado del Diagnóstico e Intervención

Código	Calif. Diagn.	Calif. ExPost	% Mejora	Código	Calif. Diagn.	Calif. ExPost	% Mejora
1S15.1N.1	4	7	30	1S15.1N.14	6	8	20
1S15.1N.2	5	8	30	1S15.1N.15	6	8	20
1S15.1N.3	4	8	40	1S15.1N.16	6	9	30
1S15.1N.4	6	8	20	1S15.1N.17	5	9	40
1S15.1N.5	7	8	10	1S15.1N.18	7	8	10
1S15.1N.6	6	9	30	1S15.1N.19	4	7	30
1S15.1N.7	4	6	20	1S15.1N.20	5	6	10
1S15.1N.8	5	7	20	1S15.1N.21	4	6	20
1S15.1N.9	7	8	10	1S15.1N.22	6	7	10

1S15.1N.10	6	8	20	1S15.1N.23	5	8	30
1S15.1N.11	5	6	10	1S15.1N.24	7	8	10
1S15.1N.12	4	8	40	1S15.1N.25	5	7	20
1S15.1N.13	5	7	20	1S15.1N.26	6	9	30
				PROMEDIO	5,38	7,62	22,31

La mejoría observada con la aplicación de la evaluación ex-post coincide con el desempeño y rendimiento de los estudiantes en las asignaturas del curso en el que se encuentran matriculados.

Tabla N°3.- Promedios de Cálculo Diferencial, Integral y de Ecuaciones Diferenciales del Curso sometido a la Intervención

Código	Prmd. C.Dif	Prmd. C.Int	Prmd. Ec.Dif	Código	Prmd. C.Dif	Prmd. C.Int	Prmd. Ec.Dif
1S15.1N.1	82	80	80,1	1S15.1N.14	80	79	78,5
1S15.1N.2	84	84	90	1S15.1N.15	77	74	70,8
1S15.1N.3	74	77	70,2	1S15.1N.16	70	73	85,1
1S15.1N.4	78	77	95,2	1S15.1N.17	84	82	98
1S15.1N.5	87	82	83,25	1S15.1N.18	85	88	80,05
1S15.1N.6	73	75	75	1S15.1N.19	76	77	70,25
1S15.1N.7	84	75	97,7	1S15.1N.20	82	74	81,15
1S15.1N.8	74	76	70,25	1S15.1N.21	76	76	87,2
1S15.1N.9	73	76	78	1S15.1N.22	80	80	95,3
1S15.1N.10	75	76	82	1S15.1N.23	88	80	88,8
1S15.1N.11	97	97	100	1S15.1N.24	75	73	86,8
1S15.1N.12	84	87	100	1S15.1N.25	80	70	72,5
1S15.1N.13	74	76	74,5	1S15.1N.26	79	72	82,5
				PROMEDIO	78,9	72,3	83,6

Fuente: Departamento de Estadística UACQS-SIUTMACH

Elaborado por: El Autor.

Como se puede observar en la Tabla N° 2, el rendimiento de los catorce participantes del proceso de intervención para el tercer semestre al acreditar la materia de Ecuaciones Diferenciales fue mucho mejor que en el estudio de primer y segundo nivel en las asignaturas de Cálculo Diferencial e Integral. Y los estudiantes no sólo mejoraron en la asignatura mencionada sino también mejoró su promedio general, es decir, se consiguió un mejoramiento integral del estudiante, se obtiene ya ahora un equipo y grupo de

trabajo, motivado y preparado para afrontar los retos que se le presenten durante sus próximos tres años de estudio en la carrera, al punto de que algunos de ellos presentaron sus proyectos desarrollados en el 2do. Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación CTEC/2016 en la UTMACH.

CONCLUSIONES

El grupo de catorce (14) estudiantes que participaron de la intervención educativa mejoraron considerablemente sus rendimientos académicos, y a nivel de curso el promedio en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales se incrementó en un 15,63% en relación al del semestre anterior en la asignatura de Cálculo Integral, lo que denota una reacción, impacto o incidencia en los estudiantes al momento de recibir una asistencia a nivel de tutorías, y que también se convierte en un miembro activo del proceso de enseñanza y aprendizaje al momento de que la clase o el modelo de estudio se vuelve más activo y moderno al implementar el uso de software educativo o las TIC's tanto dentro como fuera del aula.

El modelo educativo presentado podría y debe ser aplicado por todos los docentes que enseñan Matemáticas o asignaturas relacionadas con las ciencias exactas, debido a que la naturaleza misma de estas materias afines, requiere de una enseñanza diferente, más dinámica, participativa, en donde se explique con ejercicios y problemas de aplicación ¿para qué me va a servir mañana esto que estoy aprendiendo hoy?, al momento que como docentes resolvemos esa interrogante a cada uno de nuestros estudiantes, estaremos generando en ellos ese interés por aprender de forma autónoma.

La aplicación o uso en el aula de programas como DERIVE, GEOGEBRA y Wolfram Alpha, entre otros, hacen a la clase más dinámica, el estudiante puede comparar sus resultados al momento de derivar, integrar, o resolver una ecuación de diferencial de primer o segundo orden, lo que le permite ahorrar y ganar tiempo valioso, al momento de desarrollar o resolver un problema de aplicación.

El incentivo o fomento de la investigación en nuestros estudiantes, se logra día a día tanto dentro como fuera del aula, y el incursionar con ellos en el trabajo de búsqueda y recopilación de artículos científicos es una buena base o fomento para ello; al encontrar aplicaciones de las Matemáticas conjugadas con la tecnología, el estudiante encuentra sentido al estudio y ve la vinculación de la ciencia con la ingeniería y su formación profesional.

Con la presente investigación se espera propiciar la aplicación de software educativo y el uso de las TIC's tanto dentro como fuera del aula como una iniciativa para los docentes no sólo de las asignaturas relacionadas con las Matemáticas, sino como una

propuesta global que debe ser replicada a nivel general para mejorar la cultura organizacional y el clima laboral dentro del aula, basándonos en tres componentes fundamentales que son: la motivación, el liderazgo y la comunicación, cuando estos tres se conjugan junto con el perfeccionamiento del docente estamos hablando y ratificando una educación de calidad con pertinencia y calidez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, M., Castro, U. (2008). Aplicaciones informáticas en el aula para la asignatura de Análisis Matemático.

Arrieche, M. (2007). ¿Qué se investiga en educación matemática?: perspectiva de un investigador en desarrollo. *Paradigma*. 23(2).

Balderas, A. (2011). Didáctica de las Ecuaciones Diferenciales y tecnología Informática.

Bayón, L., Grau, J., Mateos, J. (2010). Aprendizaje interactivo en Matemáticas utilizando el Wolfram Demonstrations Project. XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.

Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistemologiques et les problèmes en mathématiques.

Camacho, M. (2010). La Enseñanza y Aprendizaje del Análisis matemático haciendo uso del CAS (Computer Algebra System)".

Castro, I. (2010). Aplicaciones al Álgebra Lineal utilizando DERIVE.

Cuicas, M., Debel, E. (2007). El software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Actualidades Investigativas en Educación*. 7(2).

Del Puerto, S., Minnaard, C., Seminara, S. (2004). Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas. Buenos Aires.

Dubinsky, E. (1996). El aprendizaje de los conceptos abstractos de la Matemática avanzada. Puerto Rico.

Escudero R., Llinás H., Obeso V., Rojas C. (2005). Influencia de la tecnología en el aprendizaje de cálculo diferencial y estadística descriptiva.

Favieri, A., Scorzo, R. (2010). Análisis de la percepción de dificultad que tienen los alumnos con respecto a trabajos prácticos realizados con software matemático.

Jonassen, D., Carr, C., Ping, H. (2005). Computers as Mindtools for Engaging Learners in Critical Thinking. Obtenido de <http://tiger.coe.missouri.edu/~jonassen/Mindtools.pdf>

Macías, D. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Martínez V. (2001). Enseñanza de Matemáticas en Carreras Químicas desde un enfoque aplicado y motivador. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*. 2(45).

Noriega, M., Rosillo, L. Treviño, M., Martín, L. (2011). Traducción del lenguaje verbal al lenguaje gráfico y simbólico con la ayuda de Geogebra.

Ortega, P., Serra, J. (2008). "Problemas de Cálculo Diferencial: cuestiones, ejercicios y tratamiento en DERIVE". PEARSON EDUCACIÓN S.A. España. ISBN.- 978-84-8322-459-5.

Perez, J. (2013). Empleo del software educativo y su eficiencia en el rendimiento académico del Cálculo Integral en la Universidad Peruana Unión, Perú.

Pluinage, F. (2011). Uso de las tecnologías de la información y la Comunicación en la Enseñanza del Cálculo.

Quintana, D. (2010). Tratamiento didáctico de la derivada: aplicación del programa DERIVE.

Rojano, T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en Matemáticas y ciencias en la escuela secundarias públicas de México. *Revista Iberoamericana de la Educación*.

Scorzo, R., Favieri, A., Williner, B. (2014). Análisis de una actividad sobre funciones racionales realizada con software matemático.

Stewart, J. (2013). "Cálculo Diferencial e Integral". International THOMSON Editores S.A. de C.V. México. ISBN.- 968-7529-91-1.

Terrero J., Pérez O. (2010), "Propuesta didáctica para la enseñanza del tema funciones a través de la utilización de estrategias metacognitivas y el uso del DERIVE". Unión.

Villarreal, M. (2003). Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras. *Educación Matemática*.

Waldegg, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista electrónica de investigación educativa*.